



[Handwritten signature]

МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Перший проректор
Д.В. Бабенко
«06» 07 2021 р.
Гарант освітньої програми
О.С. Садовий
«02» 07 2021 р.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Силові напівпровідникові перетворювачі»

Галузь знань	14 «Електрична інженерія »
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна програма	«Силові напівпровідникові перетворювачі»
Освітній ступінь	перший (бакалаврський) рівень
Семестр	7 семестр
Форма здобуття освіти	денна форма
Викладач	Рябенський Володимир Михайловича, доктор технічних наук, професор e-mail – optron2@gmail.com

Розглянуто на засіданні вченої ради інженерно-енергетичного факультету (протокол № 8 від «10» червня 2021 року).

Голова вченої ради, канд. пед.наук, доцент

[Handwritten signature]

К.М. Горбунова

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-енергетичного факультету (протокол № 10 від «8» червня 2021 року).

Голова науково-методичної комісії, канд. тех. наук, доцент

[Handwritten signature]

О.А. Горбенко

Розглянуто на засіданні кафедр електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (протокол № 18 від «01» червня 2021 року).

Зав. кафедри, д-р. техн. наук.

[Handwritten signature]

А.А.Ставинський

Миколаїв 2021

1. Призначення навчальної дисципліни «Силові напівпровідникові перетворювачі».

Для забезпечення високого рівня якості освіти методика викладання повинна бути направлена не лише на дослідження теоретико-методичних аспектів, а і на готовність молодого фахівця до реалізації знань на практиці. Вагому роль у підготовці молодих фахівців відіграють заклади вищої освіти. Під час навчання молодий фахівець повинен отримати не лише знання, вміння й компетенції, а і практичний досвід. Підходи до навчання й отримання вищої освіти не повинні бути обмежені знаходженням здобувачів вищої освіти в аудиторії. Як відомо, найкраще вчиться людина, якщо її роль активна, коли може бути проявлена ініціатива у вирішенні поставленого завдання, коли розкриваються особистісні якості людини. Особливо актуальним є питання у контексті інтеграції вищої освіти до Європейського освітнього простору, її адаптації до високого рівня конкуренції із європейськими закладами вищої освіти, у тому числі у контексті формування кваліфікованих кадрів для ринку праці.

Навчальна дисципліна «Силові напівпровідникові перетворювачі» дозволяє розвивати логічне мислення та спонукає до саморозвитку з огляду на динамічність зміни процесів та явищ в усіх галузях та сферах національної економіки, регіону, держави, глобального світу. Практичне значення навчальної дисципліни полягає в придбанні студентами знань з найбільш ефективного використання електроенергії в процесі її виробництва, передачі та використання при забезпеченні необхідних її якісних показників.

2. Мета навчальної дисципліни. «Силові напівпровідникові перетворювачі».

Метою вивчення навчальної дисципліни «Силові напівпровідникові перетворювачі» є засвоєння студентами знань побудови сучасних напівпровідникових перетворювачів електроенергії, та проблем електромагнітної сумісності, що виникають при цьому, вивчення технологій забезпечення електромагнітної сумісності силових напівпровідникових перетворювачів з мережею живлення на стадії проектування

3. Компетентності. «Силові напівпровідникові перетворювачі».

Вимоги до основних знань та вмінь навичок дисципліни «мікропроцесорні пристрої». Здобувач вищої освіти повинен: Розуміти принципи побудови та роботи силових напівпровідникових перетворювачів, знати їх технічні характеристики, області використання . Вміти вибирати типи перетворювачів, їх потужності, узгоджувати їх роботу з іншим електротехнічним обладнанням, проектувати фільтрокомпенсуючі пристрої для забезпечення електромагнітної сумісності перетворювачів з мережею та іншими споживачами електроенергії Вміти читати електротехнічні та електронні схеми з силовими напівпровідниковими перетворювачами.

Таблиця 1 Компетентності здобувачів вищої освіти

Компетентності	Змістовність
Інтегральні	ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані завдання та практичні проблеми у ході професійної діяльності у галузі електротехніки та електромеханіки
Загальні	ЗК1.. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
	ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
	ЗК6. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
	ЗК7. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями.
	ЗК8. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
	ЗК9. Здатність бути критичним і самокритичним.
	ЗК12. Здатність працювати автономно.
Фахові	
	ФК10. Здатність визначати, обґрунтовувати та брати відповідальність за професійні рішення. ФК8 – Здатність вирішувати інженерні задачі в галузі електроніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації електронних приладів, пристроїв та систем.

4. Програмні результати дисципліни «Мікропроцесорні пристрої».

Таблиця 2 Програмні результати навчання здобувачів вищої освіти

Заплановані результати навчальної дисципліни	Змістовність
	<p>– . ПРН7 – Досліджувати процеси у електронних системах з використанням засобів автоматизації інженерних розрахунків, планування та проведення наукових експериментів з обробкою і аналізом результатів;</p>
	ПРН16. Застосовувати набуті теоретичні знання для розв'язання практичних завдань та змістовно інтерпретувати отримані результати.

	<p>ПРН17. Виявляти навички самостійної роботи, гнучкого мислення, відкритості до нових знань.</p>
	<p>– ПРН18 – Практикувати інформаційний та науковий пошук, використовувати бази даних і знань, критично осмислювати та інтерпретувати результати, робити висновки та формувати напрями дослідження з урахуванням вітчизняного й закордонного досвіду;</p>
	<p>– ПРН19 – Координувати роботу колективів виконавців в галузі наукових досліджень, проектування, розробки, аналізу, розрахунку, моделювання, виробництва та тестування електронних пристроїв та систем.</p>

5. Опис дисципліни «Силові напівпровідникові перетворювачі»

Семестр – 7

Кількість кредитів ECTS – 4,0

Кількість змістових модулів – 2,0

Загальна кількість годин – 120,0 год.

Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин:

лекції – 30 год. / 1 кредити ЄКТС.

практичні заняття – 16 год. / 0.54 кредити ЄКТС.

самостійна робота – 74 год. / 2.46 кредити ЄКТС.

Форма підсумкового контролю – залік у 7 семестрі.

Мова навчання – українська мова.

Ступень вищої освіти – бакалавр

Кафедра Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Ключові слова: Напівпровідники, прилади, випрямлячі, інвертори напруги, інвертори зстуму, резонансні перетворювачі, примусова комутація, природна комутація ключові пристрої, перетворювачі частоти, регулятори напруги

Keywords: Semiconductors, devices, rectifiers, voltage inverters, shear inverters, resonant converters, forced switching, natural switching key devices, frequency converters, voltage regulators

Календарний план з навчальної дисципліни

Таблиця 3 Розподіл освітнього часу за видами занять та контрольні заходи

Організація і методика економічного аналізу. Викладач – професор Вишневська О.М.

Змістовні модулі курсу			Теми	Розподіл навчального часу			Термін виконання, тиждень	Терміни контрольного заходу
Найменування	Обсяг, кредити	Сума балів		лекції	практичні	самостійна робота		
Змістовний модуль 1.	0.87	5,0-10,0	Тема 1. Силові напівпровідникові прилади та їх характеристики (3 лекції -6 годин)	6	4	16	3 тиждень	Поточний контроль по завершенню теми*
	1.2	10-20,0	Тема 2. Перетворювачі для отримання регульованої постійної напруги (5 лекції – 10 годин)	10	4	22	7 тиждень	Поточний контроль по завершенню теми*
Змістовний модуль 2.	1.06	10-20,0	Тема 1.Інвертори напруги та струму (4 лекції-8 годин)	8	4	20	11 тиждень	Поточний контроль по завершенню теми*
	0.86	15-50,0	Тема 2. Перетворювачі частоти та регулятори змінної напруги (3 лекцій – 6 годин)	6	4	16	15 тиждень	Поточний контроль по завершенню теми*

6. Порядок та критерії оцінювання знань з дисципліни «Силові напівпровідникові перетворювачі».

Вивчення навчальної дисципліни включає: лекційні заняття, практичні заняття, консультації з навчальної дисципліни, самостійну роботу здобувача.

Самостійна робота здобувача включає: опанування навчального матеріалу, проведення наукових досліджень, підготовку наукових публікацій, матеріалів до щорічного круглого столу з питань національної (економічної безпеки), виконання індивідуальних завдань.

Таблиця 4 Оцінка за змістовні модулі, теми за видами виконання завдань

№	Змістові модулі	Сума балів	
		min	max
Змістовий модуль 1.			
1	Тема 1		5
2	Тема 2		5
3	Самостійна робота	0	10
	Разом за змістовним модулем 1		20
Змістовий модуль 2.			
4	Тема 1		10
5	Тема 2		10
6	Самостійна робота	0	20
	Разом за змістовним модулем 2		40
7	Разом за змістовними модулями		60
8	Іспит	0	40
9	Всього		100

Здобувачі, що набрали менше 60 балів до заліково-екзаменаційної сесії не допускаються. До складання заліку такі здобувачі можуть бути допущені тільки після того, як наберуть необхідну кількість балів і виконають усі передбачені програмою завдання.

Таблиця 3 Шкала оцінювання ECTS

Оцінка ECTS	Визначення	Оцінка в балах	Оцінювання
A	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	зараховано
BC	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю помилок	75-89	зараховано
DE	Задовільно – непогано, але зі значною кількістю недоліків	60-74	зараховано
FX	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим, як досягти мінімального критерію	35-59	не зараховано

Питання до іспиту з навчальної дисципліни: «Силкові напівпровідникові перетворювачі»

1. Пояснити роботу біполярного транзистора в ключовому режимі.
2. Переваги і недоліки біполярного транзистора, як ключового елемента.
3. Пояснити особливості польового транзистора при роботі в ключовому режимі.
4. Пояснити, в чому полягають особливості IGBT – транзисторів.
5. Наведіть особливості силових MOS – транзисторів.
6. Наведіть приклади складних типів трпнзисторів, а також їх позитивні і негативні сторони при роботі в режимі ключа.

7. Приведіть енергетичні характеристики транзисторів в режимі перемикачання. Які шляхи зниження втрат потужності відомі. Поясніть особливості траєкторій перемикачання.

8. Поясніть принцип роботи 4-х шарових напівпровідникових приладів. Які типи приладів Вам відомі.

9. В чому полягають особливості запираємих тиристорів.

10. Поясніть принцип роботи і наведіть вольт – амперні характеристики (ВАХ) симетричних тиристорів.

11. Поясніть, за допомогою якого досліду можна визначити струм утримування тиристора.

12. Наведіть і поясніть технічні характеристики тиристорів.

13. Наведіть типи електричного пробою напівпровідників і їх особливості.

14. Поясніть принцип роботи однофазного не керованого випрямляча з середньою точкою трансформатора при роботі на активне і активно – індуктивне навантаження. Приведіть часові діаграми струму і напруги первинної обмотки трансформатора і в навантаженні.

15. Наведіть енергетичні показники випрямляча, дайте їх обґрунтування. Наведіть приклади використання вказаних випрямлячів в промисловості.

16. Поясніть особливості роботи керованого однофазного випрямляча з середньою точкою трансформатора при роботі на активне і активно – індуктивне навантаження. Енергетичні показники випрямляча.

17. Фільтри випрямленої напруги. Їх показники.

18. Явище комутації в однофазному випрямлячі з середньою точкою трансформатора. Його вплив на зовнішню характеристику випрямляча, на форму струму і напруги, що споживається

19. Особливості роботи випрямляча на двигун постійного струму. режим преривистих струмів. Особливості зовн. ішніх характеристик випрямляча при роботі на проти е.р.с

20. Трифазна нульова схема випрямлення. Особливості її роботи на активно – індуктивне навантаження.

21. Керований трифазний випрямляч по нульовій схемі. Його енергетичні характеристики

22. Трифазна мостова схема випрямлення напруги. Принцип роботи і енергетичні характеристики.

23. Порівняльні енергетичні характеристики різних типів випрямлячів.

24. Багатопульсні випрямлячі. Області використання і їх енергетичні характеристики.

25. Реверсивні керовані випрямлячі. Їх особливості. Роздільне та сумісне керування мостами випрямляча.

26. Системи керування випрямлячами та їх особливості. Вимоги до систем керування. Одно каналні та багатоканальні системи керування.

27. Перевід випрямляча і інверторний режим. Поняття про інверторний режим. Інвертор, що комутується мережею. Основні енергетичні показники інвертора.

28. Інвертори струму. Однофазні та багатофазні інвертори струму. Послідовні та паралельні інвертори струму. Особливості їх зовнішніх характеристик.

29. Автономний інвертор напруги. Типи інверторів напруги та їх особливості.

30. Інвертор напруги на транзисторах. Способи регулювання частоти і напруги інверторів. Области використання. Характеристики промислових інверторів напруги. .

31. Енергетичні характеристики інверторів. Якісні показники струму і напруги на вході і виході перетворювачів.

32. Явище примусової комутації тиристорів. Послідовна і паралельна комутація та їх особливості. Широтно – імпульсні перетворювачі постійної напруги.

33. Резонансні інвертори. особливості керування резонансних інверторів. Области їх використання. Зовнішні характеристики резонансних інверторів.

34. Регулятори змінної напруги. Принципи побудови регуляторів змінної напруги. Характеристики регуляторів. Области використання. Характеристики промислових регуляторів.

35. Перетворювачі постійної напруги в постійну. (DC-DC converters). Типи перетворювачів та їх призначення. Характеристики промислових перетворювачів.

7. Політика курсу «Силові напівпровідникові перетворювачі.»

Актуальність тематики, що висвітлюється у навчальному курсі, обумовлює важливість отримання знань та вмінь з метою практичного використання в умовах виробництва, в умовах проектування систем генерування, розподілу та ефективного використання електроенергії. Розуміння процесів та явищ здобувач опанує під час лекційних й практичних занять, консультацій з навчальної дисципліни, проведення самостійної роботи. Самостійна робота здобувача сприяє поглибленню професійних знань, проведення поглиблених досліджень за тематикою навчального курсу. Вагомим для розуміння процесів є творчий підхід, який здобувач може реалізувати обравши тематику, яка відображає можливості розширення сфери інтегральних, загальних та фахових компетенцій. Основною метою проведення поглиблених досліджень є формування практичних навичок, вміння аналізувати процеси та явища, обґрунтовувати можливі рішення, робити висновки та узагальнювати практичні напрями щодо розвитку суб'єкту ринку. ти підготовку до комплексної оцінки діяльності суб'єкту ринку, за потребою.

Навчальна дисципліна «Силові нпівпровідникові перетворювачі» є самостійною дисципліною у процесі вивчення якої здобувач опанує різні матеріали: нормативні документи, літературні джерела з питань теоретичної сутності, методики оцінки, напрямів й етапів проведення аналітичних досліджень, аналітичні довідки, вивчає методики оцінки процесі та явищ, методи збирання й обробки аналітичної інформації. При вивченні дисципліни використовуються можливості виконання індивідуальних завдань, підготовки наукових публікацій, формування доповідей, участі у щорічних тематичних «круглих столах».

Здобувач повинен працювати системно, використовувати аналітичні здіб-

ності, вміти працювати з великим масивом інформації, перевіряти достовірність вхідної інформації, проводити дослідження, узагальнювати результати, доводити дієвість власних висновків, обґрунтовувати практичну значимість й можливості використання у практичній діяльності на різних рівнях управління, у тому числі з метою нейтралізації загроз, впровадження резервів з метою забезпечення розвитку підприємства. Здобувач повинен вміти проводити експрес-аналіз, комплексну оцінку діяльності підприємства, використовувати експертні методи дослідження тощо. Здобувач повинен використовувати знання, логіку мислення, досвід та інтуїцію.

8. Інформаційні джерела для вивчення дисципліни «Силові напівпровідникові перетворювачі».

1. Иванов-Цыганов А.И. Электро преобразовательные устройства РЭС М. Высшая школа, 1991, 272с.
2. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. М. Высшая школа, 1982, 496с.
3. Сенько В.І., Панасенко М.В. та інші. Електроніка і мікро схемотехніка. Київ, вид. Обереги. т.1. Елементна база електронних пристроїв.
4. Горбачев Г.Н., Чаплыгин Е.Е. Промышленная электроника. М. Энергоатомиздат, 1988, 320с.
- Гончаров Ю.П. та інші. Перетворювальна техніка. в 2-х томах. т.1 360с. т.2 382с.
5. Дмитриев Г.И. Рябенский В.М. Черевко А.И. Музыка В.Ф. Судовые полупроводниковые преобразователи. Л. Изд. ЛКИ, 1997с.
6. Конспект лекцій за курсом Пристрої перетворювальної техніки. ч.1., ч.2. Вид. Київ, КПІ ім. Сікорського 2017, 342с.
7. Основи теорії автономних перетворювачів. Автономні інвертори. ч. 2. Запоріжжя, ЗДІА, 2009, Семенов В.В. та інші. . 196с.
8. Победаш К.К. Святненко В.А. Силові напівпровідникові прилади і перетворювачі енергії. Київ, НТУУ КПІ, 2017, 398с.
9. Герман – Галкін С.Г. Моделирование устройств перетворювальної техніки в Матлаб. Л.Енергія, 1998, 364с.

Інтернет ресурси

<https://kazus.ru.com>.

<https://pasalnik.ru>

9. Інтеграція здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами. Інклюзивна освіта.

Інклюзивна освіта є системою освітніх послуг, що ґрунтується на принципі забезпечення основного права кожного на освіту, права здобувати її за місцем проживання, що передбачає навчання особистості з особливими освітніми потребами. Інклюзивний підхід – створення таких умов, за яких усі учасники освітнього процесу мають однаковий доступ до освіти, у тому числі здобувачі з особливими освітніми потребами. Одним із головних завдань інклюзії є відгук на широкий спектр освітніх потреб в освітньому середовищі та поза його межами. В основу інклюзивної освіти покладено ідеологію, яка виключає будь-яку дис-

кримінацію, забезпечує однакове ставлення до усіх людей, створює спеціальні умови для осіб з особливими потребами.

Основний принцип інклюзивної освіти полягає у тому, що: усі здобувачі навчаються разом в усіх випадках, коли це виявляється можливим, не зважаючи на певні труднощі чи відмінності, що існують між ними; визнаються і враховуються різноманітні потреби здобувачів шляхом узгодження різних видів і темпів навчання; забезпечується якість освіти для усіх здобувачів вищої освіти через розробку відповідних навчальних планів, прийняття організаційних заходів, розробку стратегії викладання, використання відповідних інформаційно-комунікаційних ресурсів.

Особи з особливими освітніми потребами отримують додаткову допомогу, яка може знадобитися їм з метою забезпечення успішності освітнього процесу та отримання програмних результатів навчання.

Гарантується солідарність, співучасть, взаємоповага, розуміння між усіма учасниками освітнього процесу незалежно від їхніх особливих потреб. Можливості інклюзивної освіти можуть бути реалізовані кожним учасником освітнього процесу.

10. Доступ до матеріалів.

«Силові напівпровідникові перетворювачі.»

Матеріали з навчальної дисципліни узагальнено у освітній платформі Moodle за посиланням — <https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=166>.

Результати тематичних «круглих столів» з питань національної (економічної) безпеки узагальнюються у Moodle за посиланням — <https://moodle.mnau.edu.ua/mod/folder/view.php?id=29967>.

Бібліотека Миколаївського національного аграрного університету за посиланням — <https://lib.mnau.edu.ua/>.

Репозитарій Миколаївського національного аграрного університету за посиланням — <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/>.

Офіційні сайти для збору та обробки інформації (інтернет джерела).

Силабус

з навчальної дисципліни

розроблено:

доктор технічних наук, професор

В.М.Рябенський